

# NIVA



RAPPORT LNR 4776-04

## Innledende undersøkelse av forurensning fra deponiet til Setesdalen renovasjon, Syrtveit



## Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

## Sørlandsavdelingen

Televeien 3  
4979 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

## Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 67 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

## Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

## Akvaplan-niva

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Innledende undersøkelse av forurensning fra deponiet til Setesdalen renovasjon, Syrtveit	Løpenr. (for bestilling) 4776-2004	Dato juni 2004
	Prosjektnr. Undernr. O-23353	Sider Pris 21 + vedlegg
Forfattere Eirik Fjeld og Tom Tellefsen	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Sør-Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Setesdalen renovasjon	Oppdragsreferanse Svend Pedersen
---	-------------------------------------

## Sammendrag

Det ble høsten 2003 gjennomført en innledende miljøundersøkelse for å kartlegge forurensningssituasjonen til deponiet til Setesdalen renovasjon, Evje (Evje og Hornnes kommune). Deponiet er anlagt nær elven Otra, på et område hvor grunnen består av sand og grus. Deponiet drenerer diffust til grunnen, og det mangler tett bunndekke. Undersøkelsen skulle kartlegge forurensningen av grunnvannet og eventuell påvirkning av sekundærresipienten Otra. Vann fra fire grunnvannsbrønner og vann fra Otra oppstrøms og nedstrøms deponiet ble analysert for tungmetaller. Grunnvannet under deponiet var tydelig påvirket av tungmetallforurensninger, men påvirkningsgraden sank markert i to andre brønner som var anlagt mellom deponiet og Otra. Det var ingen økning i tungmetallkonsentrasjonen i en vannprøve fra Otra nedstrøms deponiet sammenliknet med en vannprøve oppstrøms, og konsentrasjonene lå innenfor normalområdet for norsk innsjøvann. Vannmoser ble benyttet som passive prøvetakere for tungmetaller i Otra oppstrøms og nedstrøms deponiet, men ingen konsentrasjonsøkninger ble funnet nedstrøms. Grunnvann fra en brønn like utenfor deponiet ble analysert for et utvalg persistente organiske miljøgifter. Konsentrasjoner av klororganiske forbindelser (PCB, nedbrytningsprodukter av DDT, heksa- og pentaklorbensen,  $\alpha$ - og  $\gamma$ -heksacycloheksan, oktaklorsyren) lå alle under metodenes deteksjonsgrenser. PAH ble påvist, og summen av 16 prioriterte forbindelser var 0,6  $\mu\text{g/l}$ . Mindre mengder bromerte flammehemmere (PBDE) kunne påvises (5 ng/l). Passive prøvetakere for organiske miljøgifter (SPMD-er) utsatt oppstrøms og nedstrøms deponiet kunne ikke påvise noen utlekking av klororganiske miljøgifter, og nivåene ved begge prøvetakingsstasjonene var svært lave. Undersøkelsen kunne ikke dokumentere at utlekking fra deponiet førte til registrerbare økninger i konsentrasjonene av miljøgifter i Otra.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. persistente organiske miljøgifter	1. persistent organic pollutants
2. tungmetaller	2. heavy metals
3. deponi	3. landfill
4. miljørisikovurdering	4. environmental risk assesment

Prosjektleder

Eirik Fjeld

Forskningsleder

Brit Lisa Skjelkvåle

Forskningsjef

Nils Roar Sælthun



# **Innledende undersøkelse av forurensning fra deponiet til Setesdalen renovasjon, Syrtveit**

av

Eirik Fjeld og Tom Tellefsen

NIVA

---



## **Forord**

NIVA har vært engasjert av Setesdalen renovasjon til å gjøre en undersøkelse av forurensningssituasjonen knyttet til det kommunale deponiet ved Syrtveit, Evje og Hornnes kommune, Aust-Agder. Deponiet er anlagt like ved Otra, og da det ikke oppfyller deponiforskriftens krav til bunntetting eksisterer det muligheter for utlekking av forurensninger til elva. Setesdalen renovasjon ønsket derfor å få utført en forenklet miljøundersøkelse som undersøkte omfanget av en utlekking av prioriterte miljøgifter til grunnvann og til Otra.

Undersøkelsen ble i hovedsak gjennomført i oktober–november 2003. Prosjektleder ved NIVA var Eirik Fjeld, prosjektmedarbeider var Tom Tellefsen.

Oslo, juni 2004

Eirik Fjeld

Prosjektleder



# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse og metoder</b>	<b>9</b>
2.1	Lokalitetsinformasjon	9
2.2	Prøvetakning	10
2.3	Kjemiske analyser	11
2.4	Bruk av passive prøvetakere	11
<b>3</b>	<b>Resultater og diskusjon</b>	<b>13</b>
3.1	Tungmetaller	13
3.2	Organiske miljøgifter	16
<b>4</b>	<b>Konklusjoner</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>22</b>





# 1. Innledning

NIVA fikk i oppdrag av Setesdalen Renovasjon AS å gjøre en forenklet miljøundersøkelse av forurensningssituasjonen omkring deres deponi i Evje, Setesdal. Deponiet er etablert på avsetninger av sand og grus nær elven Otra, og da deponiet ikke har bunntetting eksisterer derfor muligheter for utlekking av miljøskadelige stoffer til resipienten.

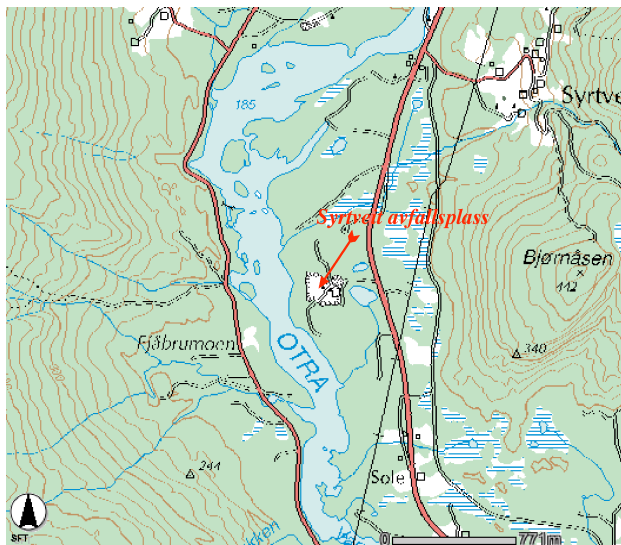
Miljøundersøkelsen skulle i første rekke fokusere på å detektere mulige utlekkinger av prioriterte miljøgifter som tungmetaller, polysykliske aromatisk hydrokarboner (PAH, olje- og tjærelignende forbindelser), klorerte organiske miljøgifter (PCB-er, nedbrytningsprodukter av DDT mm.), samt bromerte flammehemmere (PBDE). Det har blitt analysert vann fra tre grunnvannsbrønner i tilknytning til deponiet, samt vann fra Otra ovenfor og nedenfor deponiet. I tillegg til analyser av vannprøver har det blitt benyttet passive prøvetakere (SPMD-er og vannmoser), noe som har gitt et tidsintegrert bilde av forurensningssituasjonen i Otra.

## 2. Områdebeskrivelse og metoder

### 2.1 Lokalisasjonsinformasjon

Deponiet til Setesdal renovasjon, 3-4 km nord for Evje (Evje og Hornnes kommune). Det er et kommunalt deponi, og i I SFTs database over forurenset grunn står den oppført med lokalitetsnavnet «Syrtveit avfallsplass», lokalitetsnummer 0937001, med påvirkningsgrad 2 - Liten/Ingen kjent påvirkning med dagens areal/resipientbruk.

Deponiet ligger like øst for elven Otra, i et tidligere grustak. Grunnen i området består av løsavsetninger av sand og grus. Deponiet har ingen bunntetting og ingen oppsamlings-systemer for sigevann. Det renner ingen drenerende grøfter eller bekker ut av deponiet. Deponiet drenerer diffust til grunnen og grunnvannvannet må betraktes som primær-resipient. På grunn av den nære beliggenheten til Otra må denne betraktes som en sekundær resipient.



**Figur 1.** Lokaliseringen av Syrtveit avfallsplass

## 2.2 Prøvetakning

Innhenting av vannprøver og utsetting av passive prøvetakere (SPMD-er og vannmoser) ble i hovedsak gjort 9. sept. 2003 av personell fra NIVA (Eirik Fjeld og Tom Tellefsen). Prøvetakningsstasjonene er inntegnet på kartet i Fig. 2. Følgende prøver og utsetning av prøvetakere ble gjort:

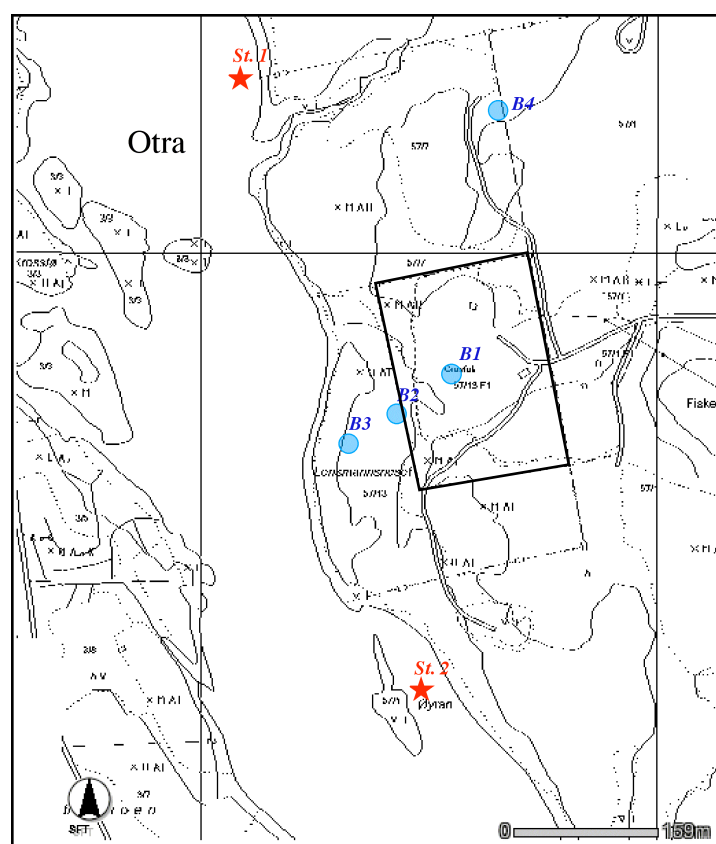
### Grunnvannsbrønner

Ved miljøbrønnene merker B1, B2 og B3 i Fig. 2 ble det tatt vannprøver til analyser av utvalgte tungmetaller. Brønnene ligger langs en gradient som går fra midten av deponiet og vestover i retning Otra. Brønn B1 ligger midt i deponiet, brønn B2 ligger like utenfor deponiets grense, og brønn B3 ligger mellom deponiet og OTRAS bredd. Ved brønn B2 ble det i tillegg tatt en vannprøve for analyser av klorerte organiske miljøgifter og bromerte flammehemmere.

Under den ordinære prøvetakningen kunne det ikke tas prøver fra en referansebrønn (B4) ovenfor deponiet, da denne da ikke fungerte etter hensikten. Denne prøven ble derfor tatt senere, 12.05.2004, av personell fra Setesdal renovasjon.

### Vannprøver fra Otra, passive prøvetakere

Vannprøver til analyser av tungmetaller fra Otra ble tatt ovenfor (St. 1) og nedenfor (St. 2) det antatte utstrømningsområdet for grunnvannssiget fra deponiet. Her ble det også satt ut eksponeringsbur for SPMD-er og vannmoser. Vannmosene, som var av arten *Fontinalis antipyretica*, var blitt hentet dagen før fra en upåvirket bekk øst for deponiet.



**Figur 2.** Kart over Syrtveit avfallsplass og prøvetakningsstasjonene. St. 1 og 2 er prøvetakningsstasjonene i Otra. Grunnvannsbrønnene er markert med B1, B2, B3 og B4.

## **2.3 Kjemiske analyser**

### **2.3.1 Uorganiske analyser**

Alle analysene er utført ved NIVAs kjemiske laboratorium etter akkrediterte metoder.

Kvikksølv ble analysert med «NIVA metode nr. E 4-3, Bestemmelse av kvikksølv i vann, slam og sedimenter og biologisk materiale med Perkin-Elmer FIMS-400». Metoden baserer seg på kalddamp atomabsorpsjonspektrometri etter oppkonsentrering i et amalgeringssystem (gullfelle).

De øvrige metallanalysene fra Otra og fra grunnvannsbrønnene ble utført ved hjelp av ICP-MS og ICP-AAS. De antatt lite forurensede prøvene fra Otra ble analysert ved hjelp av ICP-MS, som er en bredspektrert metode, med svært lave deteksjonsgrenser. Denne metoden er ofte mindre velegnet for mer forurensede prøver. Grunnvannsprøvene ble derfor først analysert ICP-AAS, som er en mer robust analyseteknikk, men med middels lave deteksjonsgrenser. Da deteksjonsgrensene fra denne metoden ble høyere enn SFTs krav til bestemmelsesgrenser for sigevann for noen av elementene, ble det gjort reanalyser ved hjelp av ICP-MS.

### **2.3.2 Organiske analyser**

De klororganiske analysene ble gjort på ekstraktene fra SPMD-ene. Analysene ble utført ved NIVAs laboratorium med «NIVA-metode nr. H 3-4, ekstraksjon og opparbeidelse av klororganiske forbindelser i biologisk materiale». Prøvene tilsettes en indre standard og ekstraheres med organiske løsemidler. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangingsdetektor, GC/ECD. De klororganiske forbindelsene identifiseres utfra de respektives retensjonstider på to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard.

De bromerte flammehemmerene (polybromerte difenyletere – PBDE, polybromerte bifenyler – PBB) ble utført ved analyselaboratoriet til NILU (Norsk institutt for luftforskning). Prøveoppbevaring og analyse ble gjennomført etter internstandardmetoden. Etter ekstraksjon ble prøvene renset vha. gelpermeasjonskromatografi og deretter analysert ved hjelp av gasskromatografi kombinert med massespektrometri (GC/MS).

## **2.4 Bruk av passive prøvetakere**

### **2.4.1 Semipermeable membran devices (SPMD-er)**

SPMD-er er en type passive prøvetakere for lipofile (fettløselige) kjemiske forbindelser. Sammenliknet med vannprøver har de den fordelen at de oppkonsenterer miljøgifter som forekommer i så små konsentrasjoner i miljøet at det analytisk ville være vanskelig å påvise dem og kvantifisere dem. De står også ute i miljøet over en tidsperiode, slik at de gir et tidsintegrert bilde av forurensningssituasjonen – i motsetning til vannsprøver som gir et øyeblikksbilde av situasjonen.



**Figur 3.** SPMD-er monteres beskyttet inn i et perforert stålbur som settes ut i miljøet.

En SPMD består av en membran av polyetylen formet som en lang, flat tube. Membranen er fylt med en oljeliknende substans (ultrarent triolein). Den er semipermeabel og tillater forskjellige organiske miljøgifter å passere den, omtrent som for membranene i en celle i en organisme. Oljen inne i den har samme egenskaper som rent fiskefett. De fettløselige miljøgiftene løses opp i denne oljen på samme måte som de gjør i fettvevet til fisk.

Membranene spennes opp i et robust, perforert stålbur som settes ut på prøvetakningsstedet. De har en stor kapasitet til å ekstrahere hydrofobe, fettløselige miljøgifter som PCB, DDT, PAH, og bromerte flammehemmere fra omgivelsesvannet. Viktige faktorer som styrer opptakssratene er forbindelsenes fettløselighet, omgivelsestemperatur og vannstrømmen forbi membranene. Opptakssratene følger en eksponentsiellt avtagende kurve, og konsentrasjonen i SPMD-en vil etterhvert stå i et likevektsforhold med konsentrasjonene i omgivelsesmiljøet.

Etter at SPMD-ene har hengt ute i miljøet i en uke til en måned kan mengden miljøgifter i dem bestemmes. Under ellers like betingelser vil det være et proporsjonalt forhold mellom konsentrasjonene av en gitt forbindelse i SPMD-er plassert ved ulike stasjoner og konsentrasjonene i omgivelsesvannet. SPMD-ene kan derfor på en enkel måte benyttes til en kildeprospesjon av organiske miljøgifter og si noe om den relative forurensningsgraden ved forskjellige utsettingssteder. De kan også benyttes til en mer kvantitativ analyse og konsentrasjonene i omgivelsesmiljøet kan beregnes dersom man kjenner stoffenes opptaksegenskaper og de fysiske forholdene ved utsettingsstedet. En nærmere beskrivelse av bruken og egenskapene til SPMD-er finnes i Huckins et al. 2002.

## 2.4.2 Vannmoser

I lite eller moderat forurensede elver og bekker forekommer mange tungmetaller i svært lave konsentrasjoner, noe som kan gjøre det vanskelig å bestemme konsentrasjonene med god sikkerhet. I tillegg er kontamineringsfaren forholdsvis stor ved slike prøvetakninger. Variasjoner i konsentrasjonene kan også være betydelige, både på grunn av naturlige variasjoner i vannføring og dreneringsmønster (overflateavrenning vs. grunnvannspåvirkning, særlig viktig når kilden er et deponi) og direkte utslipp av forurensninger. Dersom en ønsker en mest mulig representativ beskrivelse av forurensningsgraden basert på vannprøver, må et tett og ofte kostbart prøvetakningsprogram gjennomføres.

Et godt alternativ til dette kan være bruk av passive prøvetakere, og vannmoser av slekten *Fontinalis* har vært mye brukt til kartlegging av forurensninger av tungmetaller i elver og bekker (Johansson 1995, Censi 2000). Denne moseslekten finnes i tempererte strøk over store deler av den nordlige halvkule. Vannmoser mangler røtter og tar opp næringssalter og mineraler gjennom bladene. Celleveggen i bladene er derfor tynn, noe som gjør at tungmetaller lett akkumuleres i planten. Opptakssratene er relativt raske, mens utskillelsesratene er moderat seine. Dette gjør at konsentrasjonen av metaller i mosene er betydelig høyere (ofte 10 000–20 000 ganger) enn konsentrasjonene i omgivelsesvannet. I likhet med SPMD-er er de velegnet til å kartlegge de relative konsentrasjonsforskjellene mellom ulike lokaliteter, og kan under gitte forutsetninger kan også benyttes til å gi et grovt estimat av konsentrasjonene i vannfasen. NIVA benytter rutinemessig vannmoser til å overvåke forurensningsgraden i bekker og elver som påvirkes av tungmetallavrenninger fra forsvarets skytefelt (Rognerud og Bækken 2002).

## 3. Resultater og diskusjon

### 3.1 Tungmetaller

#### 3.1.1 Vannprøver

##### *Grunnvannsbrønner*

Vannprøven fra grunnvannsbrønn 1 var noe uklar og med synlige partikler eller fnokker. Prøvene fra de andre brønnene var klare og ufargede. Etter tapping av prøvene fra brønn 1-3 skjedde det en utfelling av rødbrunt flokkulent materiale, trolig på grunn av oksidasjon av løst toverdige jern til jern(III)hydroksid. Svært høye verdier av jern og mangan i prøvene indikerer at oksygenfrie, reduserende forhold i grunnen har ført til utløsning og mobilisering av toverdige jern og mangan. Konsentrasjonene av jern (37 000–81 000 µg/l) og mangan (741–4189 µg/l) var vesentlig høyere enn SFTs terskelverdier for sigevann (200 og 100 µg/l) (SFT 2003). Det bør her presiseres at prøvene er grunnvann og ikke er hentet fra sigevannssystemer. Hadde dette vannet stått i et åpent sigevannssystem med tilgang til oksygen ville det sannsynligvis ha blitt utfelt jern(III)hydroksid sammen med mangan, slik at konsentrasjonen løst i vannfasen hadde blitt vesentlig lavere. Konsentrasjonen av jern og mangan i referansebrønnen (brønn 4) var vesentlig lavere (henholdsvis 94 og 19 µg/l). De markante konsentrasjonsforskjellene mellom referansebrønnen og de øvrige brønnene tyder på at det er reduserende forhold i grunnen under deponiet, og at redoks-aktive elementer som jern og mangan løses ut fra grunnen under deponiet og mobiliseres.

**Tabell 1.** Vannkjemiske analyser av prøver fra Otra og fra grunnvannsbrønner i og utenfor deponiet til Setesdalen Renovasjon. De nasjonale data er hentet fra «1000-sjøers undersøkelsen» fra 1995 (Skjelkvåle et al. 1999), og vi har her oppgitt et vanlig forekommende område (25–75 prosentilen). SFTs terskelverdi refererer til kravene gitt i miljørisikovurderingen til SFT (2003)

Analyse-variabel	enhet	grunnvannsbrønner				SFT terskelverdi	Otra		nasjonale data
		brønn 4	brønn 1	brønn 2	brønn 3		oppstrøms	nedstrøms	
Jern	µg/l	94	81 000	37 100	48 200	200	30	30	17–156
Mangan	µg/l	19	741	1 150	4 180	100	6,83	7,20	1,3–9,0
Kopper	µg/l	0,44	1,9	0,60	0,93	2,3	0,28	0,26	<0,2–0,6
Sink	µg/l	2,64	31	<2	2	35	2,18	2,12	0,8–3,6
Bly	µg/l	0,219	1,03	0,033	0,103	1,9	0,207	0,120	0,09–0,42
Nikkel	µg/l	1,3	64	6	6	5	0,1	0,1	0,1–0,4
Arsen	µg/l	0,09	4,50	1,22	0,92	2	0,09	0,1	0,06–0,30
Kadmium	µg/l	0,023	0,058	0,002	0,016	0,2	0,02	0,01	0,01–0,03
Kobolt	µg/l	0,13	18	3	14	-	0,055	0,06	0,02–0,09
Krom	µg/l	0,2	12	3	<2	6,3	<0,1	<0,1	0,03–0,13
Kvikksølv	ng/l	<1,0	<10 <sup>a</sup>	<1,0	<1,0	10	<1,0	<1,0	-
Lednings- evne	mS/m	-	-	-	-	-	1,2	0,9	1,1–3,4

a. Oppsluttet prøve, har deteksjonsgrense 10 ng/l, avrundet til nærmeste 5 ng/l.

Innholdet av øvrige miljøfarlige tungmetaller i brønnene på og nedenfor deponiet var høyest i brønn 1 (sentralt i deponiet), og lavest i brønn 3 (mellom deponiet og Otra). En sammenligning med SFTs grenseverdier for sigevann fra deponier (Tab. 1) viser markert overskridelse for nikkel i brønn 1 (65 vs. 5 µg/l). Konsentrasjonen av nikkel i brønn 2 og 3 (6 µg/l) lå like i overkant av SFTs grenseverdi. For krom var konsentrasjonen i brønn 1 (12 µg/l) dobbelt så høy som terskelverdien (6,3 µg/l). For de andre

elementene kunne det ikke påvises noen overskridelser av terskelverdiene i noen av brønnene.

I referansebrønnen (brønn 4) var konsentrasjonen av kopper, sink, bly kadmium og kvikksølv ikke vesensforskjellig fra de konsentrasjoner som fantes i brønn 3 (mellom deponiet og Otra). For nikkel, arsen og kobolt var konsentrasjonene i brønn 4 markert lavere enn i brønn 3 (5-10 ganger lavere konsentrasjoner). Nikkelkonsentrasjonen i referansebrønnen var noe høyere enn det vanlig forekommende bakgrunnsnivået i norsk overflatevann, noe som tyder på noe høyt geokjemisk bidrag. Dette er forståelig da geologien i området er spesiell; her finnes mange typer av mineraliseringer, og Evje har vært kjent for betydelig gruvedrift på nikkelforekomster.

### *Vannprøver fra Otra*

Analysene avdekket ingen registrerbare økninger i konsentrasjonen av tungmetaller en vannprøve tatt i Otra nedstrøms deponiet sammenliknet med en vannprøve tatt oppstrøms (Tab. 1). Prøvetakningsstasjonen nedstrøms deponiet lå i en bukt hvor grunnvannsstrømmen fra deponiområdet antas å renne ut i Otra. Denne bukta var noe avskjernet fra hovedvannsstrømmen i Otra ved at denne gikk på utsiden av en grus og sandbanke (Øyran, se kart i Fig. 2). Konsentrasjonene av tungmetaller var i all hovedsak like ved begge stasjoner, med unntak av bly, og forskjellene var ikke større enn hva som kan forventes, prøvetakningsmetoder og analyseusikkerhet tatt i betraktning.

For bly fant vi en lavere konsentrasjon nedstrøms enn oppstrøms: 0,207 vs. 0,12 µg/l, dvs. en reduksjon på 42%. Dette er motsatt av hva en skulle forvente dersom bly skulle lekke ut fra deponiet. Ledningsevnen viste imidlertid også en tilsvarende forskjell, med større verdier oppstrøms enn nedstrøms: 1,2 vs. 0,9 mS/m (reduksjon på 25%). Dette tyder på at vannprøvene nedstrøms er noe påvirket av lokale tilsig med lavere ionestyrke.

En kilde for det mer ionefattig vannet kan være en bekk som renner ut i nordgrensa for deponiområdet, mellom de to prøvetakningsstasjonene. Denne drenerer et mindre nedbørfelt omkring Syrtveit. Dersom vann med lavt ioneinnhold fra denne bekken ikke har blandet seg godt nok med vann fra Otra, men har fulgt elvekanten nedover, kan det forklare hvorfor vi finner en lavere ledningsevne og blykonsentrasjon i vannprøven nedstrøms deponiet. En annen kilde kan være utstrømning av ionefattig grunnvann (nedbørpåvirket grunnvannskjemi) fra området mellom prøvetakningsstasjonene. Området er preget av fluviale løsavsetninger av sand og grus, noe som kan tenkes å gi opphav til ionefattig grunnvann.

Vannprøvene gir ikke noen indikasjoner på at deponiet påvirker tungmetallkonsentrasjonen i Otra på en måte som har miljømessig betydning. En eventuell avrenning av tungmetaller må i tilfellet ha blitt såvidt fortynnet at det ikke kunne registreres noen økning i tungmetall-konsentrasjonene nedstrøms deponiet. En sammenlikning med data fra en større nasjonal undersøkelse viser at tungmetall-konsentrasjonene i begge vannprøvene ligger innenfor hva som kan kalles dagens vanlig forekommende bakgrunnsområde (Tab. 1).

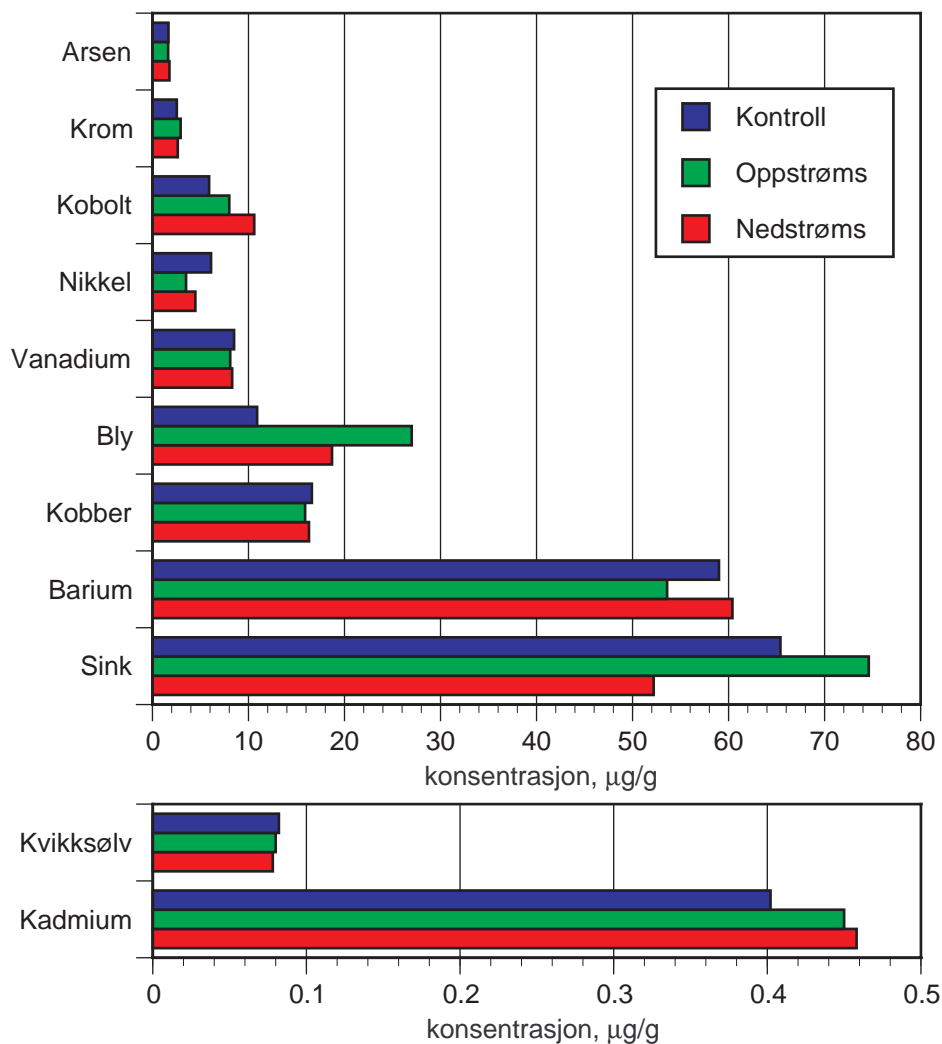
### **3.1.2 Vannmoser**

Som for vannprøvene var konsentrasjonen av bly i mosene ved stasjonen nedstrøms deponiet noe lavere enn ved stasjonen oppstrøms deponiet: 19 vs. 27 µg/g tørrvekt (30% reduksjon). Dette er i overensstemmelse med resultatene fra vannprøvene. For sink fant vi tilsvarende forskjeller mellom stasjonene nedstrøms og oppstrøms: 52 vs. 74 µg/g tørrvekt (30% reduksjon), men en slik reduksjon fant vi ikke i vannprøvene. For de andre tungmetallene var det ikke noen påfallende forskjeller i konsentrasjonene mellom de to stasjonene (Fig. 4).

Konsentrasjonene i den ueksponerte kontrollprøven var mye lik de som fantes i de eksponerte prøvene

– med unntak av bly og sink. Blykonsentrasjonene i kontrollprøven (11 µg/g tørrvekt) var lavere enn i begge de eksponerte prøvene, mens for sink var den intermediær (65 µg/g tørrvekt).

Ut fra resultatene fra vannmosene og vannprøvene kan det ikke påvises at utlekkinger av tungmetaller fra deponiet til Setesdalen renovasjon fører til noen miljømessig betydningsfulle økninger i konsentrasjonene i Otra.



**Figur 4.** Konsentrasjoner av tungmetaller i vannmoser utsatt i Otra oppstrøms og nedstrøms deponiet til Setesdalen renovasjon. Konsentrasjonene i prøvene merket «Kontroll» viser nivåene i mosene før utsetning og reflekterer påvirkningsgraden fra en uforurensede bekk øst for deponiet.



## 3.2 Organiske miljøgifter

### 3.2.1 Grunnvann

Vannprøver fra brønn 2 og en referansebrønn ovenfor deponiet ble analysert for et utvalg klororganiske forbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner og bromerte flammehemmere. Under utpumping var vannprøvene klare og ufarget, uten synlig partikkelinnhold.

#### *Klororganiske forbindelser*

For de høyt prioriterte klororganiske miljøgifter som PCB, DDE og DDD (nedbrytningsprodukter av DDT), klorbenzener, planteverngiften Lindan mm. kunne det ikke påvises noen kvantifiserbare konsentrasjoner i vannprøven fra brønn 2 (Tab. 2). Deteksjonsgrensene for de enkelte komponentene varierte mellom 0,25–0,80 ng/l. Alle konsentrasjonene fra referansebrønnen (brønn 4) lå også under metodens deteksjonsgrenser (0,1–0,3 ng/l).

**Tabell 2.** Konsentrasjoner av utvalgte klororganiske forbindelser i vannprøve hentet fra grunnvannsbrønn 2 og en referansebrønn (brønn 4). Alle forbindelsene fantes i konsentrasjoner under metodens deteksjonsgrense.

Analysevariabel	PCB, IUPAC nr.	brønn 2, ng/l	brønn 4, ng/l
2,3',5'-Triklorbifenyl	28	<0,50	<0,20
2,2',5,5'-Tetraklorbifenyl	52	<0,50	<0,20
2,2',4,5,5'-Pentaklorbifenyl	101	<0,50	<0,20
2,3',4,4',5-Pentaklorbifenyl	118	<0,50	<0,20
2,3,3',4,4'-Pentaklorbifenyl	105	<0,50	<0,20
2,2',4,4',5,5'-Hexaklorbifenyl	153	<0,50	<0,20
2,2',3,4,4',5'-Hexaklorbifenyl	138	<0,50	<0,20
2,3,3',4,4',5-Hexaklorbifenyl	156	<0,50	<0,20
2,2',3,4,4',5,5'-Heptaklorbifenyl	180	<0,50	<0,20
Dekaklorbifenyl	209	<0,50	<0,20
Sum PCB, beregnet <sup>a</sup>		0	0
Seven Dutch, beregnet <sup>a</sup>		0	0
Penta-klorbensen		<0,25	<0,10
Hexa-klorbensen		<0,25	<0,20
α-hexaklorcyclohexan		<0,50	<0,10
γ-hexaklorcyclohexan (Lindan)		<0,50	<0,20
Oktaklorstyren		<0,25	<0,10
4,4'-DDE		<0,50	<0,20
4,4'-DDD		<0,80	<0,30

a. Analysemetoden er ikke akkreditert. Sum PCB er summen av polyklorete bifenyler som inngår i denne rapporten. Seven Dutch er summen av polyklorete bifenyler 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180.

#### *Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)*

Den totale konsentrasjonen av PAH og beslektede aromatiske hydrokarboner i vannprøven fra brønn 2 var 959,5 ng/l (summen av 23 enkeltforbindelser eller grupper av isomerer, Tab. 3). Prøven var dominert av lettere disykliske aromatiske hydrokarboner som naftalener og fenantrener, mens konsentrasjonen av de mer miljøfarlige og antatt kreftframkallende PAH-er utgjorde en mindre andel på

6,6 ng/l.

Analysene omfatter blant annet de 16 prioriterte PAH-forbindelsene som SFT anbefaler analysert i sin veileder for miljørisikovurderinger av deponier (SFT 2003). I henhold til denne veilederen er terskelverdiene for PAH i sivevann satt til å være 2 µg/l. Konsentrasjonene i vannprøven fra brønn 2 for disse forbindelsene var 0,6 µg/l og ligger således under denne terskelverdien. Konsentrasjonene av PAH mm. i referansebrønnen (brønn 4) lå alle under metodens deteksjonsgrenser, unntatt for naftalen hvor en lav konsentrasjon på 2,2 ng/l ble påvist. Naftalen er imidlertid en analysevariabel som er svært utsatt for kontaminering under prøvetakning og prøveopparbeidelse, noe som kan forklare denne konsentrasjonen.

**Tabell 3.** Konsentrasjoner av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) og beslektede hydrokarboner i vannprøve hentet fra grunnvannsbrønn 2 (nedenfor deponiet) og en referansebrønn (brønn 4, ovenfor deponiet). Konsentrasjonene under metodens deteksjonsgrense er merket med mindre enn (<).

analysevariabel	brønn2, ng/l	brønn 4, ng/l
Naftalen	540	2,2
2-Metylnaftalen	140	<2
1-Metylnaftalen	130	<2
Bifenyli	42	<2
2,6-Dimetylnaftalen	17	<2
Acenaftylen	<5	<2
Acenaften	26	<2
2,3,5-Trimetylnaftalen	13	<2
Fluoren	31	<2
Fenantren	6,7	<2
Antracen	<5	<2
1-Metylphenantren	<5	<2
Fluoranten	<5	<2
Pyren	<5	<2
Benz(a)antracen	<5	<2
Chrysen+trifenylen	<5	<2
Benzo(b+j,k)fluoranten	<10	<2
Benzo(e)pyren	<5	<2
Benzo(a)pyren	<5	<2
Perylen	<5	<2
Indeno(1,2,3cd)pyren	6,6	<2
Dibenz(a,c/a,h)antracen	<5	<2
Benzo(ghi)perylene	7,2	<2
Sum PAH ng/l, beregnet <sup>a</sup>	959,5	2,2
Sum KPAH ng/l, beregnet <sup>a</sup>	6,6	0
Sum NPD ng/l, beregnet <sup>a</sup>	846,7	2,2

- a. Sum NPD er summen av naftalener, fenantrener og dibenzotiofener. Sum KPAH er summen av Benz(a)antracen, Benzo(b+j,k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren og Dibenz(a,c/a,h)antracen. Disse har potensielt kreftfremkallendeegenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARCs kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

*Bromerte flammehemmere*

Det ble påvist lave konsentrasjoner av bromerte flammehemmere av typen PBDE (polybromerte difenyletere). Summen av de analyserte enkeltforbindelsene var 5,66 ng/l, og prøven ble dominert av den fullbromerte forbindelsen BDE-209 som hadde en konsentrasjon på 4,35 ng/l. Det ble også analysert på flammehemmere av typen PBB (polybromerte bifenyler), men ingen detekterbare konsentrasjoner ble påvist. PBB er flammehemmere som var i bruk på begynnelsen av 1970-tallet, men som på grunn av sine uheldige miljømessige egenskaper ble erstattet av PBDD.

**Tabell 4.** *Konsentrasjoner av utvalgte bromerte flammehemmere (polybromerte bifenyler og difenyletere) i en vannprøve hentet fra grunnvannsbrønn 2 utenfor deponiet til Setesdalen renovasjon. Konsentrasjonene under metodens deteksjonsgrense er merket med mindre enn (<).*

Analysevariabel	Kjemisk navn	IUPAC nr.	konsentrasjon, ng/l
4,4'-DiBB	4,4'-dibrombifenyyl	15	<0,01
2,2,4,5'-TetBB	2,2',4,5'tetrabrombisfenyl	49	<0,01
2,2',5,5'-TetBB	2,2',5,5'tetrabrombisfenyl	52	<0,01
2,2',4,4',5,5'-HexBB	2,2',4,4',5,5'-heksabrombisfenyl	153	<0,01
2,4,4'-TriBDE	2,4,4'-tribromdifenyleter	28	0,02
2,2',4,4'-TetBDE	2,2',4,4'-tetrabromdifenyleter	47	0,32
2,3',4',6'-TetBDE	2,3',4',6'-tetrabromdifenyleter	71	0,04
3,3',4,4'-TetBDE	3,3',4,4'-tetrabromdifenyleter	77	<0,01
2,2',4,4',5-PentBDE	2,2',4,4',5-pentabromdifenyleter	99	0,29
2,2',4,4',6-PenBDE	2,2',4,4',6-pentabromdifenyleter	100	0,06
2,3',4,4',6-PenBDE	2,3',4,4',6-pentabromdifenyleter	119	<0,01
2,2',3,4,4',5'-HexBDE	2,2',3,4,4',5'-heksabromdifenyleter	138	<0,01
2,2',4,4',5,5'-HexBDE	2,2',4,4',5,5'-heksabromdifenyleter	153	0,02
2,2',4,4',5,6'-HexBDE	2,2',4,4',5,6'-heksabromdifenyleter	154	0,01
2,2',3,4,4',5,6'-HepBDE	2,2',3,4,4',5,6'-heptabromdifenyleter	183	0,01
DecaBDE	Dekabromdifenyleter	209	4,35
TBA	tribromanisol		0,05

Det er først nylig at det har blitt utviklet følsomme nok analysemetoder som gjør det praktisk mulig å kvantifisere lave konsentrasjoner av PBDE i små vannvolumer. Det eksisterer derfor få studier av PBDE i grunnvann påvirket av avfallsdeponier. De fleste publiserte undersøkelsene fra deponier har fokusert på konsentrasjoner i sedimenter fra sigevanns-systemer med drenerende grøfter, samlekkummer eller fangdammer. Ved deponiet til Setesdalen renovasjon drenerer sigevannet diffust til grunnen og det finnes ingen oppsamlingssystemer som sedimenter kan hentes fra. En sammenlikning med andre relevante data er derfor foreløpig vanskelig. En nylig undersøkelse fra 6 avfallsdeponier i Norge (12 prøver) viser imidlertid konsentrasjoner av sum PBDE i slamprøver i området 1–95 ng/g våtvekt, med dominans av BDE-209 (Schlabach et al. 2003).

I følge data omtalt av de Wit (2000) ble det funnet lave konsentrasjonene av BDE-47, -99 og -100 i avrenningen fra en biloppbyggingsplass i Halmstad, Sverige. Konsentrasjonene lå omkring 0,3 ng/l,

dvs. omlag halvparten av konsentrasjonen for de samme kongenerene målt i brønn 2 til Setesdalen renovasjon. I den samme undersøkelse kunne det ikke påvises detekterbare mengder av BDE-209.

### 3.2.2 SPMD-er i Otra

De passive prøvetakerene (SPMD-er) kunne ikke påvise noe forskjeller i forekomsten av klororganiske miljøgifter i Otra oppstrøms og nedstrøms deponiet (Tab. 5). Analysene omfattet PCB, DDT-nedbrytningsprodukter, penta- og heksaklorbensen, alfa- og gamma-heksaklorsykloheksan (Lindan) og oktaklorstyren. De utsatte SPMD-ene hadde heller ikke akkumulert større mengder av disse miljøgiftene enn hva som fantes i en felt-blindprøve utsatt for samme manuelle håndtering og lufteksponering.

Da teknikken med SPMD-er en forholdsvis følsom metode, viser resultatene at det ikke skjer noen miljømessig betydningsfull utlekkingen av disse klororganiske forbindelsene fra deponiet og til Otra. Nivåene i Otra må ellers karakteriseres som svært lave.

**Tabell 5.** Analyser av utvalgte klororganiske forbindelser fra SPMD-er (passive prøvetakere) utsatt i Otra oppstrøms og nedstrøms deponiet til Setesdalen renovasjon. Eksponeringeperioden var 9/9–9/10-03. Konsentrasjonene i prøvene merket «kontroll» viser nivåene i en felt-blindprøve (SPMD som ikke er eksponert for vann).

Analysevariabel	PCB, IUPAC nr.	kontroll, ng/SPMD	oppstrøms ng/SPMD	nedstrøms, ng/SPMD
2,3',5'-Triklorbifenyl	28	2,7	<1,0	<1,0
2,2',5,5'-Tetraklorbifenyl	52	i	i	i
2,2',4,5,5'-Pentaklorbifenyl	101	<1,0	<1,0	<1,0
2,3',4,4',5-Pentaklorbifenyl	118	<1,0	<1,0	<1,0
2,3,3',4,4'-Pentaklorbifenyl	105	<1,0	<1,0	<1,0
2,2',4,4',5,5'-Hexaklorbifenyl	153	<1,0	<1,0	<1,0
2,2',3,4,4',5'-Hexaklorbifenyl	138	<1,0	<1,0	<1,0
2,3,3',4,4',5-Hexaklorbifenyl	156	<1,0	<1,0	<1,0
2,2',3,4,4',5,5'-Heptaklorbifenyl	180	<1,0	<1,0	<1,0
2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-Dekaklorbifenyl	209	<1,0	<1,0	<1,0
Sum PCB , beregnet <sup>a</sup>		0	0	0
Seven Dutch, beregnet <sup>a</sup>		0	0	0
Penta-klorbenzen		<0,50	<0,50	<0,50
α-hexaklorcyclohexan		<1,0	<1,0	<1,0
Hexa-klorbenzen		<0,5	0,90	<0,5
γ-hexaklorcyclohexan (lindan)		4,8	3,6	3,3
Oktaklorstyren		<0,5	<1,0	<1,0
4,4'-DDE		<1,0	<1,0	<0,50
4,4'-DDE		<1,0	1,3	<1,0

- a. Analysemetoden er ikke akkreditert. Sum PCB er summen av polyklorerte bifenylsomer som inngår i denne rapporten. Seven dutch er summen av polyklorerte bifenylsomer 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180.
- i. Forbindelsen er dekket av interferens i kromatogrammet

## 4. Konklusjoner

- Analyser fra grunnvannsbrønner viser at grunnvannet under deponiet var markert påvirket av tungemetallforurensninger, men påvirkningsgraden sank betydelig i de to brønnene som var anlagt utenfor deponiet i retning av Otra. Verdiene av jern og mangan var svært høyt i grunnvannet fra alle tre brønnene. For de øvrige miljøfarlige tungmetallene var SFTs terskelverdier for sivevann overkredet for nikkel og krom i brønn 1. For de to andre brønnene kunne det ikke registreres noen overskridelser av terskelverdiene, unntatt for nikkel hvor konsentrasjonen lå like over terskelverdien.
- Sammenliknet med en referansebrønnen var konsentrasjonen av kopper, sink, bly, kadmium og kvikksølv ikke vesensforskjellig fra de konsentrasjoner som fantes i den nederste brønnen anlagt mellom deponiet og Otra (brønn 3). For nikkel, arsen og kobolt var konsentrasjonene i referansebrønnen omlag 5-10 ganger lavere enn i brønn 3.
- Vannprøver fra Otra oppstrøms og nedstrøms deponiet ble analysert for tungmetaller, og det kunne ikke spores noen konsentrasjonsøkning nedstrøms deponiet. Nivåene var generelt lave og lå innenfor det normale variasjonsområdet for norsk innsjøvann.
- Vannmoser ble satt ut som passive prøvetakere for tungmetaller i Otra, oppstrøms og nedstrøms deponiet. Eksponeringsperioden var på fire uker. Resultatene fra mosene var i samsvar med resultatene fra analysene av vannprøvene. Det kunne ikke registreres noe økt opptak av tungmetaller på stasjonen nedstrøms deponiet sammenliknet med stasjonen oppstrøms.
- Analyser av grunnvann fra en brønn like utenfor deponiets vestgrense kunne ikke påvise detekterbare mengder klororganiske miljøgifter (PCB, nedbrytningsprodukter av DDT, heksa- og pentaklorbensen,  $\alpha$ - og  $\gamma$ -heksacycloheksan, oktaklorsyren). Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ble påvist, men i konsentrasjoner som ligger under SFTs terskelverdi for sivevann fra deponier. Lave konsentrasjoner av bromerte flammehemmere (PBDE) ble også påvist.
- Passive prøvetakere (SPMD-er, semipermeable membran devices) for organiske, lipofile miljøgifter ble satt ut i Otra oppstrøms og nedstrøms deponiet (fire ukers eksponeringsperiode). Disse ble deretter analysert for klororganiske miljøgifter. Det kunne ikke detekteres noen forskjeller i opptaket av slike miljøgifter mellom de to stasjonene, og nivået syntes generelt å være svært lavt.
- Ut fra denne undersøkelsen synes avrenning fra deponiet ikke å påvirke konsentrasjonen av miljøgifter i Otra på noen registrerbar måte.

## 5. Referanser

Huckins, J.N., J.D. Petty, H.F. Prest, C. E. Orazio, R.C. Clark, D.A. Alvarez, C.E. Oratzio, J.A. Lebo, W.L. Cranor, B.T. Johnson. 2002. A guide for the use of semipermeable membrane devices (SPMDs) as samplers of waterborne hydrophobic organic contaminants. American Petroleum Institute, Report no. 4690.

Cenci, R.M. 2000. The use of aquatic moss (*Fontinalis antipyretica*) as monitor of contamination in standing and running waters: limits and advantages. Scientific and legal aspects of biological monitoring in freshwater. J. Limnol., 60 (Suppl. 1): 53-61.

Johansson, L. 1995. Application of aquatic mosses as monitors of heavy metal pollution. Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden. 71 s.

Rognerud, S. og T. Bækken. 2002. Overvåkning av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Resultater fra 11 års overvåkning. NIVA rapport, Lnr. 4512-2002. 59 s.

Schlabach, M., E. Mariussen, A. Borgen, C. Dye, E.-K. Enge, E. Steinnes, N. Green og H. Mohn. 2002. Kartlegging av bromerte flammehemmere og klorerte parafiner. Statlig program for forurensningsovervåkning, SFT rapport nr. 866/02 (TA-1924/2002). NILU rapport nr. 62/2002. 69 s.

SFT. 2003. Veileder om miljørisikovurdering av bunntetting og oppsamling av sigevann ved deponier. SFT rapport TA-1995/2003. 42 s.

de Wit, C.A. 2000. Brominated flame retardants. Report 5065. Swedish environmental protection agency, Stockholm, Sweden.

## **6. Vedlegg**

Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo  
Tel: 22 18 51 00  
Fax: 22 18 52 00

# ANALYSE RAPPORT



Navn **Setesdal Renovasjon**  
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2003-2015  
O.nr. O 23353

21-06-04

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av NIVAs personell, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Oppstrøms Otra		2003.09.10	2003.09.19-2003.09.24
2	Nedstrøms Otra		2003.09.10	2003.09.19-2003.09.24
3	Brønn 1		2003.09.10	2003.09.17-2004.06.10
4	Brønn 2		2003.09.10	2003.09.17-2004.06.11
5	Brønn 3		2003.09.10	2003.09.17-2004.06.10

Prøvenr			1	2	3	4	5
Analysevariabel	Enhet	Metode					
Ledningsevne	mS/m	A 2	1,2	0,9			
Arsen	mg/l	E 9-5			<0,02	<0,02	<0,02
Arsen	µg/l	E 8-3	0,09	0,1	s 4,50	s 1,22	s 0,92
Kalsium	mg/l	E 9-5			228	71,9	83,8
Kalsium	µg/l	E 8-3	610	626			
Kadmium	mg/l	E 9-5			m	m	m
Kadmium	µg/l	E 8-3	0,02	0,01	0,058	<0,005	0,02
Kobolt	mg/l	E 9-5			0,018	0,003	0,014
Kobolt	µg/l	E 8-3	0,055	0,06			
Krom	mg/l	E 9-5			0,012	0,003	m
Krom	µg/l	E 8-3	<0,1	<0,1			<0,1
Kobber	mg/l	E 9-5			m	m	<0,002
Kobber	µg/l	E 8-3	0,28	0,26	8,69	17,5	11,3
Jern	mg/l	E 9-5			81,0	37,1	48,2
Jern	µg/l	E 8-3	30	30			
Kvikksølv	ng/l	E 4-3	<1,0	<1,0	<10	<1,0	<1,0
Mangan	mg/l	E 9-5			0,741	1,15	4,18
Mangan	µg/l	E 8-3	6,83	7,20			
Nikkel	mg/l	E 9-5			0,064	0,006	0,006
Nikkel	µg/l	E 8-3	0,1	0,1			
Bly	mg/l	E 9-5			m	m	m
Bly	µg/l	E 8-3	0,207	0,12	1,03	0,033	0,103
Sink	mg/l	E 9-5			0,031	m	0,002
Sink	µg/l	E 8-3	2,18	2,12		2,24	
Polykloretert-bifenyl 28	ng/l	H 3-2				<0,50	
Polykloretert-bifenyl 52	ng/l	H 3-2				<0,50	
Polykloretert-bifenyl101	ng/l	H 3-2				<0,50	
Polykloretert-bifenyl1118	ng/l	H 3-2				<0,50	
Polykloretert-bifenyl105	ng/l	H 3-2				<0,50	
Polykloretert-bifenyl153	ng/l	H 3-2				<0,50	

m : Analyseresultat mangler.

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.



(fortsettelse av tabellen):

***Kommentarer***

- 1        KOND på nr 1 og 2 er målt på feltinstrumentet på renlabben.
- 3        Hg: Oppsl.prøve har det.gr. 10 ng/l, avrundet til nærmeste  
             5 ng.  
             s As = 40 % usikkerhet p.g.a. høy Cl verdi  
             m=Kjørt på ICPMS, gjelder pr 3-5.
- 4        s As = 40 % usikkerhet p.g.a. høy Cl verdi
- 5        s As = 40 %usikkerhet p.g.a. høy Cl verdi.

# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2003-2015

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Oppstrøms Otra		2003.09.10	2003.09.19-2003.09.24
2	Nedstrøms Otra		2003.09.10	2003.09.19-2003.09.24
3	Brønn 1		2003.09.10	2003.09.17-2004.06.10
4	Brønn 2		2003.09.10	2003.09.17-2004.06.11
5	Brønn 3		2003.09.10	2003.09.17-2004.06.10

		Prøvenr	1	2	3	4	5
Analysevariabel	Enhet	Metode					
Polykloretert-bifenyl1138	ng/l	H 3-2				<0,50	
Polykloretert-bifenyl1156	ng/l	H 3-2				<0,50	
Polykloretert-bifenyl1180	ng/l	H 3-2				<0,50	
Polykloretert-bifenyl1209	ng/l	H 3-2				<0,50	
Sum PCB	ng/l	Beregnet*				0	
Seven Dutch	ng/l	Beregnet*				0	
Penta-klorbenzen	ng/l	H 3-2				<0,25	
Alfa-hexakl.cyclohex.	ng/l	H 3-2				<0,50	
Hexa-klorbenzen	ng/l	H 3-2				<0,25	
Gamma-hexakl.cyclohex	ng/l	H 3-2				<0,50	
Oktaklorstyren	ng/l	H 3-2				<0,25	
4,4-DDE	ng/l	H 3-2				<0,50	
4,4-DDD	ng/l	H 3-2				<0,80	
Naftalen	ng/l	H 2-2				540	
2-Metylnaftalen	ng/l	H 2-2				140	
1-Metylnaftalen	ng/l	H 2-2				130	
Bifenyl	ng/l	H 2-2				42	
2,6-Dimetylnaftalen	ng/l	H 2-2				17	
Acenaftylen	ng/l	H 2-2				<5	
Acenaften	ng/l	H 2-2				26	
2,3,5-Trimetylnaf.	ng/l	H 2-2				13	
FLuoren	ng/l	H 2-2				31	
Fenantren	ng/l	H 2-2				6,7	
Antracen	ng/l	H 2-2				<5	
1-Metylfenantren	ng/l	H 2-2				<5	
Fluoranten	ng/l	H 2-2				<5	
Pyren	ng/l	H 2-2				<5	
Benz(a)antracen	ng/l	H 2-2				<5	
Chrysen+trifenylen	ng/l	H 2-2				<5	
Benzo(b+j,k)flu.	ng/l	H 2-2				<10	

\* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum PCB er summen av polykloreterte bifenyl-er som inngår i denne rapporten.  
 Seven dutch er summen av polykloreterte bifenyl-er 28,52,101,118,138,153 og 180.

# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2003-2015

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Oppstrøms Otra		2003.09.10	2003.09.19-2003.09.24
2	Nedstrøms Otra		2003.09.10	2003.09.19-2003.09.24
3	Brønn 1		2003.09.10	2003.09.17-2004.06.10
4	Brønn 2		2003.09.10	2003.09.17-2004.06.11
5	Brønn 3		2003.09.10	2003.09.17-2004.06.10

Analysevariabel	Prøvenr		1	2	3	4	5
	Enhet	Metode					
Benzo(e)pyren	ng/l	H 2-2				<5	
Benzo(a)pyren	ng/l	H 2-2				<5	
Perylen	ng/l	H 2-2				<5	
Indeno(1,2,3cd)pyren	ng/l	H 2-2				6,6	
Dibenz(a,c/a,h)ant.	ng/l	H 2-2				<5	
Benzo(ghi)perylene	ng/l	H 2-2				7,2	
Sum PAH	ng/l	Beregnet*				959,5	
Sum KPAH	ng/l	Beregnet*				6,6	
Sum NPD	ng/l	Beregnet*				846,7	

\* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum NPD er summen av naftalener, fenantrener og dibenzotiofener.

Sum KPAH er summen av Benz(a)antracen, Benzo(b+j,k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren og Dibenz(a,c/a,h)antracen<sup>1</sup>. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

## Norsk institutt for vannforskning

Eirik Fjeld  
Forsker

<sup>1</sup> Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo  
Tel: 22 18 51 00  
Fax: 22 18 52 00

# ANALYSE RAPPORT



Navn **Setesdal Renovasjon**  
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Rekv.nr. 2004-924  
O.nr. O 23353

Dato

21-06-04

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Referanse prøve Brønn 4	2004.05.12	2004.05.14	2004.05.25-2004.06.08

Analysevariabel	Prøvenr		1
	Enhet	Metode	
Arsen	µg/l	E 8-3	0,09
Kalsium	mg/l	E 9-5	1,36
Kadmium	µg/l	E 8-3	0,023
Kobolt	µg/l	E 8-3	0,13
Krom	µg/l	E 8-3	0,2
Kobber	µg/l	E 8-3	0,440
Jern	µg/l	E 8-3	94
Kvikksølv	ng/l	E 4-3	<1,0
Mangan	µg/l	E 8-3	19,0
Nikkel	µg/l	E 8-3	1,3
Bly	µg/l	E 8-3	0,219
Sink	µg/l	E 8-3	2,64
Polykloretert-bifenyl 28	ng/l	H 3-2	<0,20
Polykloretert-bifenyl 52	ng/l	H 3-2	<0,20
Polykloretert-bifenyl101	ng/l	H 3-2	<0,20
Polykloretert-bifenyl118	ng/l	H 3-2	<0,20
Polykloretert-bifenyl105	ng/l	H 3-2	<0,20
Polykloretert-bifenyl153	ng/l	H 3-2	<0,20
Polykloretert-bifenyl138	ng/l	H 3-2	<0,20
Polykloretert-bifenyl156	ng/l	H 3-2	<0,20
Polykloretert-bifenyl180	ng/l	H 3-2	<0,20
Polykloretert-bifenyl209	ng/l	H 3-2	<0,20
Sum PCB	ng/l	Beregnet*	0
Seven Dutch	ng/l	Beregnet*	0
Penta-klorbenzen	ng/l	H 3-2	<0,10
Alfa-hexakl.cyclohex.	ng/l	H 3-2	<0,20
Hexa-klorbenzen	ng/l	H 3-2	<0,10
Gamma-hexakl.cyclohex	ng/l	H 3-2	<0,20
Oktaklorstyren	ng/l	H 3-2	<0,10
4,4-DDE	ng/l	H 3-2	<0,20

\* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum PCB er summen av polykloreterte bifenyler som inngår i denne rapporten.  
Seven dutch er summen av polykloreterte bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2004-924

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Referanse prøve Brønn 4	2004.05.12	2004.05.14	2004.05.25-2004.06.08

Analysevariabel	Prøvenr Enheter Metode	1
4,4-DDD	ng/l H 3-2	<0,30
Naftalen	ng/l H 2-2	2,2
2-Metylnaftalen	ng/l H 2-2	<2
1-Metylnaftalen	ng/l H 2-2	<2
Bifenyl	ng/l H 2-2	<2
2,6-Dimetylnaftalen	ng/l H 2-2	<2
Acenaftylen	ng/l H 2-2	<2
Acenaften	ng/l H 2-2	<2
2,3,5-Trimetylnaf.	ng/l H 2-2	<2
FLuoren	ng/l H 2-2	<2
Fenantren	ng/l H 2-2	<2
Antracen	ng/l H 2-2	<2
1-Metylfenantren	ng/l H 2-2	<2
Fluoranten	ng/l H 2-2	<2
Pyren	ng/l H 2-2	<2
Benz(a)antracen	ng/l H 2-2	<2
Chrysen+trifenylen	ng/l H 2-2	<2
Benzo(b+j,k)flu.	ng/l H 2-2	<2
Benzo(e)pyren	ng/l H 2-2	<2
Benzo(a)pyren	ng/l H 2-2	<2
Perylen	ng/l H 2-2	<2
Indeno(1,2,3cd)pyren	ng/l H 2-2	<2
Dibenz(a,c/a,h)ant.	ng/l H 2-2	<2
Benzo(ghi)perylene	ng/l H 2-2	<2
Sum PAH	ng/l Beregnet*	2,2
Sum KPAH	ng/l Beregnet*	0
Sum NPD	ng/l Beregnet*	2,2

\* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum NPD er summen av naftalener, fenantrener og dibenzotiofener.

Sum KPAH er summen av Benz(a)antracen, Benzo(b+j,k)fluoranten, Benzo(a)pyren,

Indeno(1,2,3-cd)pyren og Dibenz(a,c/a,h)antracen<sup>1</sup>. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).(<sup>1</sup>Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper).

## Norsk institutt for vannforskning

Eirik Fjeld  
Forsker